

# Posters de médiation scientifique II : Tour de Magie et Binaire

Nicolas Nisse<sup>\*,\*\*</sup>

Université Côte d’Azur, Inria, CNRS, I3S, France

**Abstract.** Ces posters font partie d’une série de posters que nous présentons lors de divers interventions de médiation (vulgarisation) scientifique (Fête de la Science, intervention dans des écoles, etc.). Nous essayons d’y présenter des bases théoriques (mathématiques) de l’algorithmique (Un algorithme est une suite finie et non ambiguë d’opérations ou d’instructions permettant de résoudre un problème ou d’obtenir un résultat) et structures de données (comment “coder” un nombre, une image, etc.).. Ici, nous présentons le codage binaire grâce à un tour de magie. Cela est généralisé à tout changement de bases.

Une partie du contenu de ces posters est accessible dès l’école primaire (les parties concernant les puissances et les changements de bases peuvent être mises de côté sans problème). Les parties plus “mathématiques” peuvent être présentées à un niveau collège.

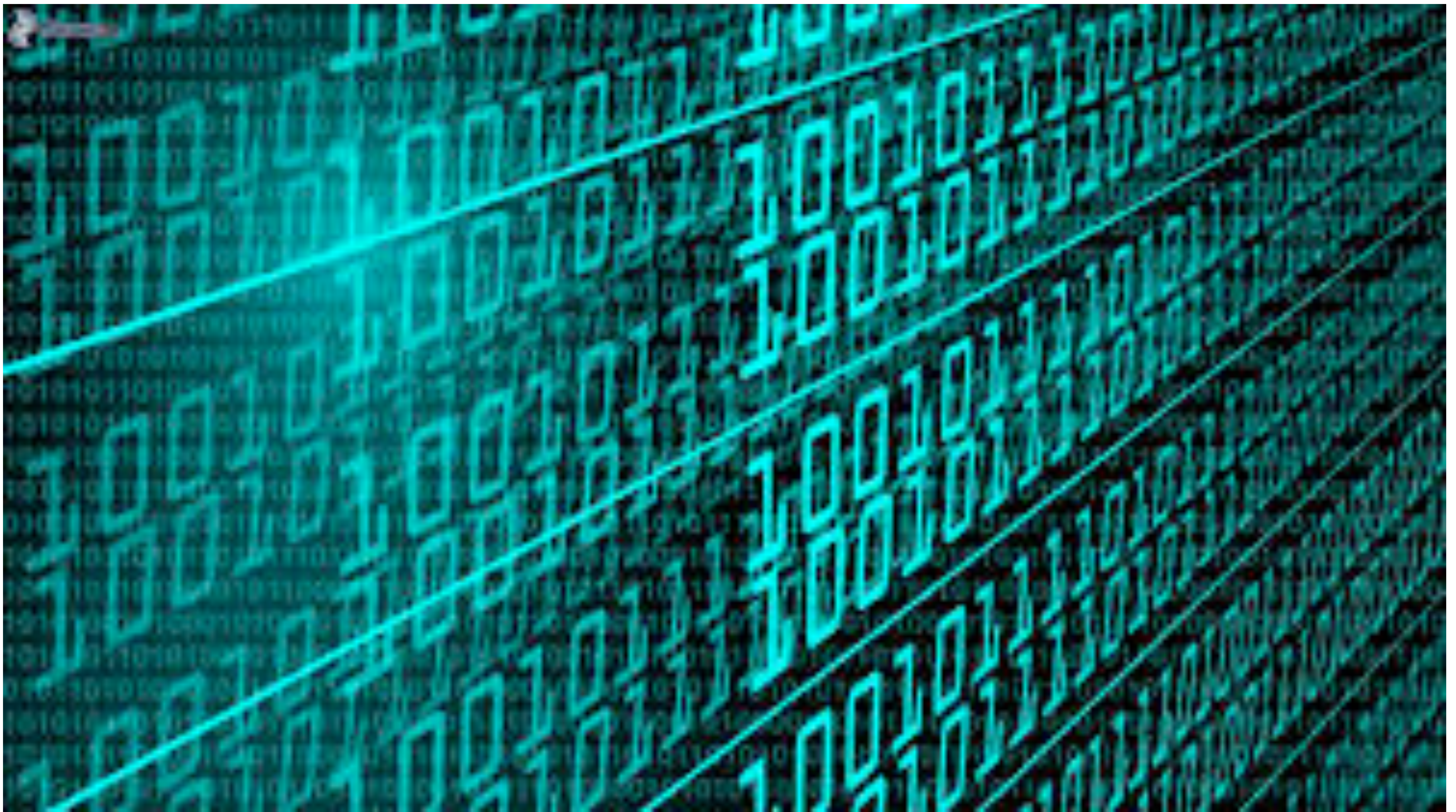
---

\* nicolas.nisse@inria.fr

\*\* Merci à Frédéric Havet, Dorian Mazauric et les autres membres de l’équipe COATI pour leur aide et leurs conseils.



# Un TOUR de Magie



**pour comprendre  
comment comptent  
les ordinateurs.**



# Comprendre le Binaire

## grâce à la Magie !!

**TOUR de MAGIE :** un « mathémagicien » vous demande de choisir un mot parmi ceux de cette liste. (sans le révéler !!)

collège nuage bougie échelle terrasse piano bus magasin wagon disque  
pluie vacances marron vase horloge plante statue outil pain jeu  
arbre chimie lac dauphin tournevis ballon lettre science loisir fleuve  
jaune chien bateau piscine carte multiplication sable armoire ski escalier  
page gomme gris rivière yeux bureau panneau volant micro cahier  
neige tortue football cheval fourmi valise siècle marteau eau maillot  
pin mouton politique nombre chiffre vélo chaise voiture avion train  
ordinateur lycée fleur musique magie route soleil planète table montagne  
guitare biologie mer meuble océan maison restaurant ville pays feuille  
continent rocher photo lampe campagne poisson animal air rouge casque  
professeur violon sport voyage fusée tableau arc vert stylo chat  
informatique pneu bleu chambre sac cravate dé cercle tapis porte  
dictionnaire mathématiques baccalauréat chaussures calculatrice  
géographie turquoise chauffage

Liste de  
128 mots

Puis, le « mathémagicien » vous présente 7 listes de mots (extraits de la liste précédente) et vous demande simplement si **OUI** ou **NON** le mot que vous avez choisi se trouve dans ces listes (les listes sont dans l'ordre alphabétique pour vous aider à trouver votre mot).

**Liste 1. Votre mot est-il là : OUI / NON ?**  
air animal arc avion baccalauréat biologie bleu calculatrice  
campagne casque cercle chaise chambre chat chauffage  
chaussures chiffre continent cravate dé dictionnaire feuille fleur  
fusée géographie guitare informatique lampe lycée magie maison  
mathématiques mer meuble montagne musique océan ordinateur  
pays photo planète pneu poisson porte professeur restaurant  
rocher rouge route sac soleil sport stylo table tableau tapis train  
turquoise velo vert ville violon voiture voyage

**Liste 2. Votre mot est-il là : OUI / NON ?**  
air animal arc armoire baccalauréat bateau bleu bureau cahier  
calculatrice carte casque cercle chambre chat chauffage chaussures  
cheval cravate dé dictionnaire eau escalier football fourmi fusée  
géographie gomme gris informatique maillot marteau  
mathématiques micro mouton multiplication neige nombre page  
panneau pin piscine pneu politique porte professeur rivière rouge  
sable sac siècle ski sport stylo tableau tapis tortue turquoise valise  
vert violon volant voyage yeux

**Liste 3. Votre mot est-il là : OUI / NON ?**  
arbre baccalauréat ballon biologie bleu cahier calculatrice  
campagne cercle chambre chauffage chaussures cheval chien  
chimie continent cravate dauphin dé dictionnaire eau feuille  
fleuve football fourmi géographie guitare jaune jeu lac lampe  
lettre loisir maillot maison marteau mathématiques mer meuble  
micro mouton neige nombre océan outil pain pays photo pin  
poisson politique porte restaurant rocher sac science siècle statue  
tapis tortue tournevis turquoise valise ville

**Liste 4. Votre mot est-il là : OUI / NON ?**  
arc baccalauréat ballon bureau calculatrice campagne chat chauffage  
chaussures chien continent dictionnaire disque eau feuille fleur  
fleuve fusée géographie gomme gris horloge informatique jaune  
lampe lettre loisir magie maillot marron marteau mathématiques  
montagne mouton musique nombre page panneau pays photo pin  
planète plante pluie pneu poisson politique rivière rocher route  
science siècle soleil stylo table tableau tournevis turquoise  
vacances vase vert volant wagon yeux

**Liste 5. Votre mot est-il là : OUI / NON ?**  
arbre armoire avion bureau bus calculatrice campagne cercle chat  
chauffage cheval chien chimie dauphin dé escalier fleuve football  
fourmi géographie horloge informatique jaune lac lampe loisir  
lycée magasin maison marron montagne mouton nombre océan  
ordinateur panneau photo piano pin planète plante pneu poisson  
politique porte professeur restaurant sable ski soleil sport stylo  
table tapis terrasse train turquoise valise vase ville violon volant  
voyage yeux

**Liste 6. Votre mot est-il là : OUI / NON ?**  
arc baccalauréat bougie bus campagne carte casque chaise  
chauffage chaussures chien continent cravate dauphin eau  
échelle escalier fourmi gris horloge informatique jaune jeu lac  
lettre lycée magasin magie maillot mer meuble montagne  
multiplication neige nombre ordinateur pain panneau plante  
pluie pneu poisson politique porte restaurant rivière rocher rouge  
route sac science ski sport table tapis tortue turquoise vacances  
valise vert ville voiture volant voyage

**Liste 7. Votre mot est-il là : OUI / NON ?**  
air armoire ballon biologie bureau cahier casque cercle chambre  
chat chauffage chaussures cheval chien chimie cravate dauphin  
disque échelle escalier feuille fleuve géographie gomme jeu  
lampe lycée magasin maillot maison marteau mathématiques  
meuble montagne mouton multiplication musique nombre nuage  
outil piano piscine planète plante pneu poisson porte rivière  
rocher route science tableau tortue train vacances valise vase  
vélo vert ville violon voiture volant voyage

Un bon « mathémagicien » saura trouver dans votre esprit le mot que vous avez choisi sans même regarder les 7 listes !!!!

En fait, il saura retrouver un mot parmi 2<sup>n</sup> en proposant seulement n listes !!

Si vous voulez savoir comment et/ou comprendre le binaire, bonne lecture !!



# Comprendre le Binaire

## grâce à la Magie !!

Refaisons le TOUR de MAGIE : pour gagner de la place, la liste ne comprend que 64 mots.

0.

collège nuage bougie échelle terrasse piano bus magasin wagon disque
10.

pluie vacances marron vase horloge plante statue outil pain jeu
20.

arbre chimie lac dauphin tournevis ballon lettre science loisir fleuve
30.

jaune chien bateau piscine carte multiplication sable armoire ski escalier
40.

page gomme gris rivière yeux bureau panneau volant micro cahier
50.

neige tortue football cheval fourmi valise siècle marteau eau maillot
60.

pin mouton politique nombre

Cette fois, choisissons le mot ensemble.

par exemple : RIVIÈRE

Pour retrouver un mot parmi 64, on n’a besoin que de 6 listes, toujours par ordre alphabétique.

Liste 1	Liste 2	Liste 3	Liste 4	Liste 5	Liste 6
armoire bateau	arbre ballon cahier	ballon bureau chien	arbre armoire bureau	bougie bus carte	armoire ballon bureau
bureau cahier carte	cheval chien chimie	disque eau fleuve	bus cheval chien	chien dauphin eau	cahier cheval chien
cheval eau escalier	dauphin eau fleuve	gomme gris horloge	chimie dauphin	échelle escalier	chimie dauphin disque
football fourmi	football fourmi	jaune lettre loisir	escalier fleuve	fourmi gris horloge	échelle escalier fleuve
gomme gris maillot	jaune jeu lac lettre	maillot marron	football fourmi	jaune jeu lac lettre	gomme jeu magasin
marteau micro	loisir maillot	marteau mouton	horloge jaune lac	magasin maillot	maillot marteau
mouton	marteau micro	nombre page	loisir magasin marron	multiplication neige	mouton multiplication
multiplication neige	mouton neige	panneau pin plante	mouton nombre	nombre pain	nombre nuage outil
nombre page	nombre outil pain	pluie politique	panneau piano pin	panneau plante	piano piscine plante
panneau pin piscine	pin politique	rivière science	plante politique sable	pluie politique	rivière science tortue
politique rivière	science siècle	siècle tournevis	ski terrasse valise	rivière science ski	vacances valise vase
sable siècle ski tortue	statue tortue	vacances vase	vase volant yeux	tortue vacances	volant
valise volant yeux	tournevis valise	volant wagon yeux		valise volant	

OUINONOUINONOUINONOUIOUI

Le « mathémagicien » doit donc retrouver le mot « rivière » avec les seules réponses OUI/NON/OUI/NON/OUI/OUI

Un bon « mathémagicien » répondra en moins de 2 secondes et sans même regarder les listes. De plus, il ne connaît pas les listes par cœur. Alors...

Comment fait il?

Pour cela, le « mathémagicien » va compter « comme un ordinateur », c’est-à-dire, en n’utilisant que 2 chiffres : 0 (pas de signal / NON) et 1 (signal / OUI)

Donc OUI/NON/OUI/NON/OUI/OUI se traduit par 101011

Je vous entends déjà : « Super 😊 !Cent un mille onze ! Quel rapport avec « rivière » ? »

Non !!! On a dit qu’on comptait comme un ordinateur. Il compte en BINAIRE (avec 2 chiffres / en Base 2) alors que vous comptez en DÉCIMAL (avec 10 chiffres /en Base 10)

C’est comme si on parlait de 2 « langues mathématiques » différentes !!

- En DÉCIMAL : 101011 signifie effectivement « cent un mille onze »
- En BINAIRE : 101011 se dit « un, zéro, un, zéro, un, un » et signifie... !?!!

Le « mathémagicien » parle couramment à la fois le BINAIRE et le DÉCIMAL. Il peut donc traduire 101011 (en binaire) et sait que cela signifie... 43 (en décimal) !!!

Attention, en informatique, on commence à numéroter à partir de 0. Le premier mot de la liste est donc le mot 0, le second mot a le numéro 1,..., et le mot de numéro 43 est donc le 44<sup>me</sup> de la liste !!

Dans la liste initiale, quel est le 44<sup>me</sup> mot ???



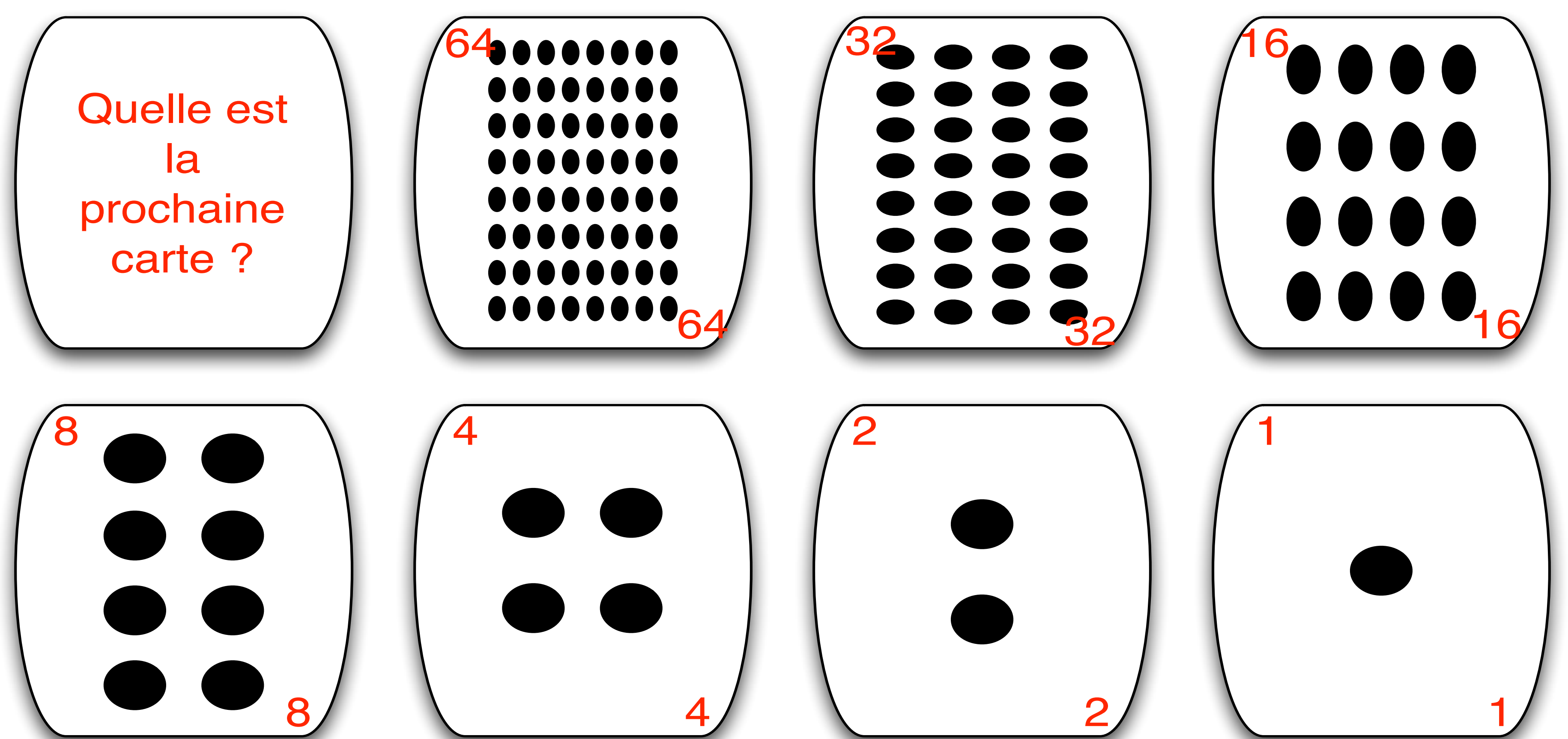
# Comprendre le Binaire grâce à la Magie !!

Résumons la méthode du « **mathémagicien** » :

1. Il *récolte* vos réponses par exemple : **NON/OUI/OUI/NON/OUI/NON/OUI**
2. Il les *interprète* en **BINAIRE** ici : 0 1 1 0 1 0 0
3. Il *traduit* ce **nombre BINAIRE** en **DÉCIMAL** ici : 52 (c'est la partie intéressante)
4. Il retrouve simplement le mot correspondant ici : le 53<sup>me</sup> mot de la liste

## COMMENT TRADUIRE LE BINAIRE EN DÉCIMAL ?? Voici une méthode « pratique »

Pour s'aider, le  
« **mathémagicien** » peut  
utiliser des cartes :



Le « **mathémagicien** » utilise autant de cartes qu'il y a de listes, en partant de la carte 1.  
Par exemple, s'il y a 6 listes, il prendra les 6 cartes 1,2,4,8,16 et 32.

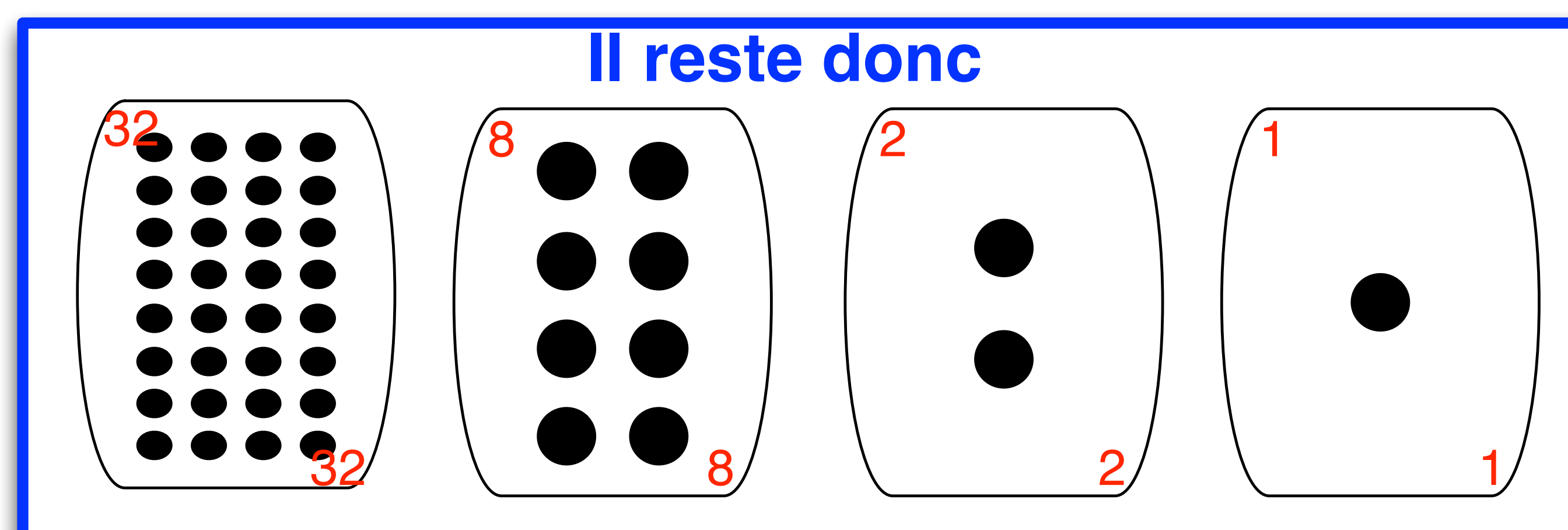
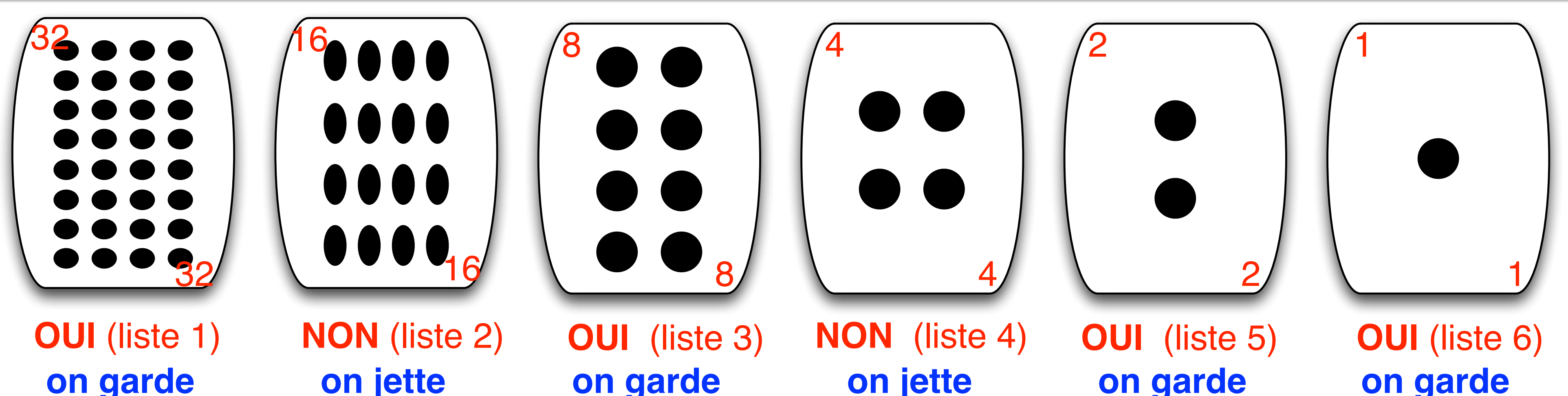
La plus grande carte correspond à la première liste, la seconde plus grande carte à la seconde liste, ..., la carte 1 correspond à la dernière liste.

Pour chaque liste, si la réponse est OUI, le « **mathémagicien** » garde la carte correspondante, sinon la carte correspondant à la liste est jetée.

Reprenons l'exemple  
du poster précédent.  
(avec 6 listes)

Pour le mot « **rivière** »,  
les réponses étaient  
**OUI/NON/OUI/NON/OUI/OUI**

Rappel : le mot « rivière »  
avait le numéro 43  
(il était le 44<sup>me</sup> mot de la liste)



Le nombre total  
de POINTS sur  
les cartes  
restantes indique  
le NUMERO du  
mot choisi.

Vous pouvez maintenant passer pour un grand « **mathémagicien** ». Si vous voulez comprendre **POURQUOI** ça fonctionne et **COMMENT** créer vos propres listes de mots (et ce qu'est le **BINAIRE**),  
LISEZ LA SUITE !!



# Systeme Décimal

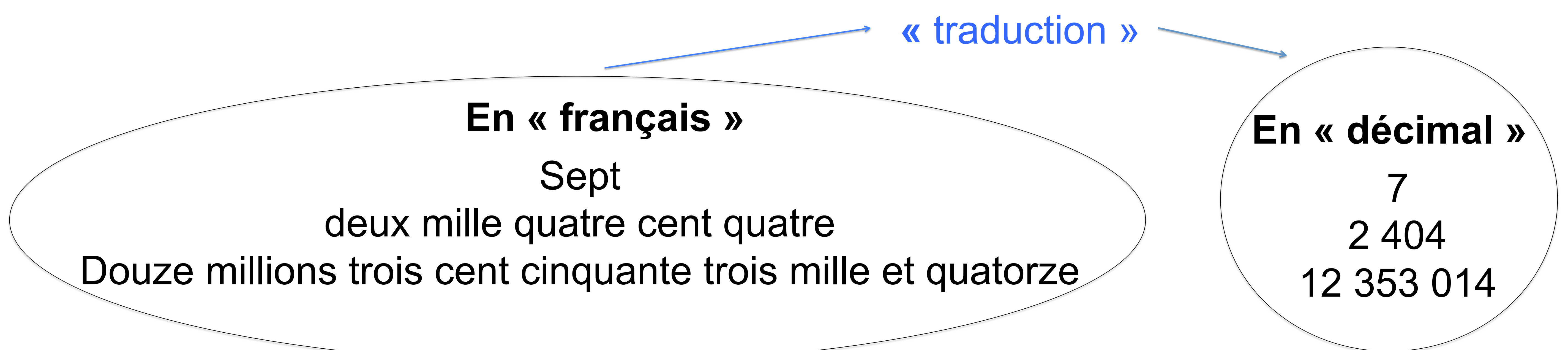
Faisons un peu de Maths. (niveau école primaire)

Pour écrire un **nombre**, nous utilisons les **10 symboles (chiffres)** « 0 », « 1 », « 2 », « 3 », « 4 », « 5 », « 6 », « 7 », « 8 » et « 9 ».

**10 chiffres = Système Décimal** ou écriture en **Base 10**

Les **chiffres** (en maths.) jouent le même rôle que les **lettres** (en français : « a », « b », « c », « d », ..., « z »). De même qu'un **mot** est une suite de **lettres** :

Un **nombre** est une suite de **chiffres**.



**Rappel (cours élémentaire) :** dans un **nombre**, le premier **chiffre** (en partant de la droite) est le **chiffre** des **unités**, le second est celui des **dizaines**, puis des **centaines**, des **milliers**, des **dizaines de milliers**...

**Exemple :** Prenons le **nombre 2404** (en « décimal »)  
Il est composé de **2 milliers**, plus **4 centaines**, plus **0 dizaine**, et enfin de **4 unités**.  
En « maths. », on écrit :  $2404 = 2 \times 1000 + 4 \times 100 + 0 \times 10 + 4 \times 1$

**À vous de jouer :** complétez les « \_ » ci-dessous :

$$\begin{aligned} 2\,017 &= \_ \times 1000 + \_ \times 100 + \_ \times 10 + \_ \times 1 \\ 12\,353\,014 &= 1 \times \_ + 2 \times \_ + 3 \times \_ + 5 \times \_ + 3 \times \_ + 0 \times \_ + 1 \times \_ + 4 \times \_ \\ \_ &= 4 \times 10000 + 5 \times 1000 + 0 \times 100 + 0 \times 10 + 9 \times 1 \\ 96\,201 &= \_ \times \_ + \_ \times \_ + \dots \end{aligned}$$



# Systeme Décimal

Allons un peu plus loin en Maths. (niveau début collège)

La notion la plus évoluée utilisée ici est celle de « **PUISSANCE** » (niveau classe de 5<sup>me</sup>)

**Rappel (multiplication)** : Étant donnés 2 nombres  $a$  et  $b$ , on note  $a \times b$  (on dit «  $a$  fois  $b$  ») le nombre  $a + a + \dots + a$  ( $b$  fois) obtenu en additionnant  $b$  fois successivement le nombre  $a$ .  
*Par exemple,  $4 \times 5 = 4+4+4+4+4 = 20$*

Ici, les symboles «  $a$  » et «  $b$  » représentent n'importe quels nombres (il s'agit de variables)

La puissance « agit » sur la multiplication comme la multiplication « agit » sur l'addition.

**Puissances** : Étant donnés 2 nombres  $a$  et  $b$ , on note  $a^b$  (on dit «  $a$  puissance  $b$  ») le nombre  $a \times a \times \dots \times a$  ( $b$  fois) obtenu en multipliant  $b$  fois par lui même le nombre  $a$ .

**Par exemple** :  $13^2 = 13 \times 13$  (on dit « **13 au carré** »),  $7^2 = 7 \times 7 = 49$  ;  
 $16^3 = 16 \times 16 \times 16 = 4096$  (on dit « **16 au cube** ») ;  $60^2 = 60 \times 60 = 3600$

## Puissances de 10 :

$10^2 = 10 \times 10 = 100$  (cent)  
 $10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$  (mille)  
 $10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$   
 $10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100000$   
 $10^6 = 1\,000\,000$  (million)  
 $10^9 = 1\,000\,000\,000$  (milliard)  
...

## Puissances de 2 :

$2^2 = 2 \times 2 = 4$   
 $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$   
 $2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$   
 $2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$   
 $2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$   
 $2^7 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 128$   
 $2^{10} = 1024 \dots$

Lorsque vous écrivez (dites) un nombre (**décimal**), vous le décomposez en fait en **somme de puissances de 10**. (Vous faites ça tous les jours !!)

**Retour sur** :  $2404$  (en « décimal ») =  $2 \times 1000 + 4 \times 100 + 0 \times 10 + 4 \times 1$

ou :  $2404 = 2 \times 10 \times 10 \times 10 + 4 \times 10 \times 10 + 0 \times 10 + 4 \times 1$

ou :  $2404 = 2 \times 10^3 + 4 \times 10^2 + 0 \times 10 + 4 \times 1$

ex. :  $12\,353\,014 = 1 \times 10^7 + 2 \times 10^6 + 3 \times 10^5 + 5 \times 10^4 + 3 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10 + 4 \times 1$

**Récapitulatif** : « Nous » parlons/écrivons/utilisons les **nombre décimaux (base 10)**  
**En particulier** :

- « Nous » utilisons **10 symboles** : les **chiffres** de **0 à 9**
- Chaque **nombre** s'écrit comme une (unique) « **décomposition** » en (somme de) **puissances de 10**

Un **ordinateur** ne comprend que **2 symboles** (**signal/pas signal**). Il faut trouver un moyen d'écrire/ **de « traduire »** tous les **nombre**s avec seulement **2 chiffres** !!



# Systemes de Numération

**Poster (un peu) technique (mais ne requiert que des connaissances niveau début collègue) qui explique comment passer (traduire) d'une base de numération à une autre (vous pouvez passer ce poster si vous préférez ...)**

Nous savons que nous « parlons/écrivons mathématique » **en base 10**, en **décomposant chaque nombre en une somme de puissances de 10**.

C'est possible car nous disposons de **10 chiffres 0,1,...,9**.

**Et si nous disposons de moins (ou plus) de chiffres ???**

**On change de BASE** (comme on peut traduire des mots en différentes langues)

**Par exemple**, si on ne dispose que de **5 chiffres : 0,1,2,3 et 4**, alors on peut écrire n'importe quel nombre en le décomposant en puissances de 5 (**base 5**)

**96 726 (en décimal) =**

$$\begin{aligned} & 1 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 + 1 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 + 4 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 + 3 \times 5 \times 5 \times 5 + 4 \times 5 \times 5 + 1 \\ & = 1 \times 5^7 + 1 \times 5^6 + 0 \times 5^5 + 4 \times 5^4 + 3 \times 5^3 + 4 \times 5^2 + 0 \times 5 + 1 \\ & = \mathbf{11043401 \text{ (en base 5)}} \end{aligned}$$

**Un autre exemple**, en **base 16** (ou **hexadécimal**)

On dispose de **16 chiffres / symboles : 0,1, 2,...,15**.

$$\begin{aligned} \mathbf{853\ 449 \text{ (en décimal)}} &= 13 \times 16 \times 16 \times 16 \times 16 + 5 \times 16 \times 16 + 12 \times 16 + 9 \\ &= 13 \times 16^4 + 0 \times 16^3 + 5 \times 16^2 + 12 \times 16 + 9 = \mathbf{13.0.5.12.9 \text{ (en base 16)}} \end{aligned}$$

Pour éviter les ambiguïtés, on note « **10 = A** », « **11 = B** », ..., « **15 = F** », et donc :

$$\mathbf{853\ 449 \text{ (en décimal)}} = \mathbf{D05C9 \text{ (en base 16 / hexadécimal)}}$$

**Pour toute base B, et pour tout nombre n, on peut exprimer n en base B (comme une somme de puissances de B) en utilisant B chiffres : 0,1,..., B-1**

En maths., on dit : pour tout nombre n et toute base B, il existe des entiers  $n_0, n_1, n_2, n_3, \dots$  tels que pour tout i,  $0 \leq n_i < B$  et

$$n = \dots n_5 n_4 n_3 n_2 n_1 n_0 \text{ (en base B)} = \dots n_5 \times B^5 + n_4 \times B^4 + n_3 \times B^3 + n_2 \times B^2 + n_1 \times B + n_0$$

**Etant donnée la base B, l'écriture de n est UNIQUE !!**

« **Rappel** » sur la **Division Euclidienne** : pour tout nombres n et d, il existe deux uniques nombres a et b (avec  $b < d$ ) tels que  **$n = a \times d + b$** .

**a = n/d est le quotient et b le reste** de la division euclidienne de n par d

**Comment écrire (décomposer / traduire) un nombre en base B ??**

C'est en fait très simple (*mécanique*) :  $n = \dots n_5 n_4 n_3 n_2 n_1 n_0$   
avec, pour tout i,  $n_i = (n - B^{i+1} \times (n/B^{i+1})) / B^i$



# Systemes de Numeration

C'est FACILE, vous l'utilisez TOUS LES JOURS !!!

Je vous entends déjà : « C'est incompréhensible ! C'est des Maths. ! Ça sert à rien ! »

**Vous plaisantez ??? Vous utilisez la base 60 tous les jours !!!**

**... à chaque fois que vous lisez l'heure !!**

**8 714 (en décimal) =  $2 \times 60 \times 60 + 25 \times 60 + 14 = 2.25.14$  (en base 60)**

En français, on dit :

**8 714 secondes = 2 heures 25 minutes 14 secondes**

Les **mésopotamiens** utilisaient ce système (base 60) pour compter dès -3000 avant JC.

Il était aussi utilisé par les **Indiens** et les **Arabes** pour la **trigonométrie**

Il sert toujours à mesurer le **temps** et les **angles**.

Outre le système décimal (base 10) et la base 60, d'autres systèmes de numération sont couramment utilisés, par exemple :

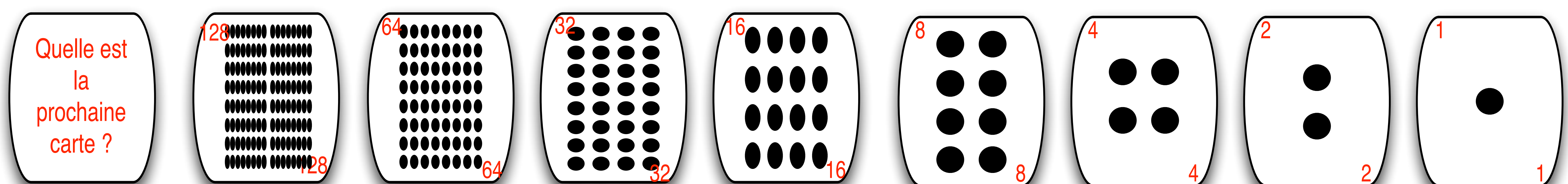
**Le système **binaire** (base 2) et le système **hexadécimal** (base 16) sont très largement utilisés en informatique**

## Systeme Binaire

**En binaire (base 2), on décompose les nombres en somme de puissances de 2.**  
 $1, 2, 2^2=4, 2^3=8, 2^4=16, 2^5=32, 2^6=64, 2^7=128, 2^8=256, 2^9=512, 2^{10}=1024...$

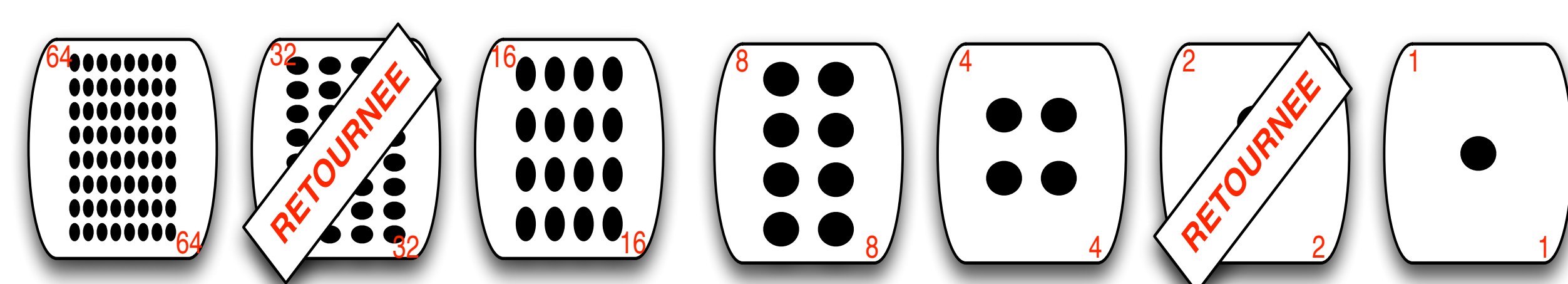
**En binaire**, si on ne dispose que de **2 chiffres** : **0** (pas de signal) et **1** (signal)  
**93 (en décimal) =  $64+16+8+4+1 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 + 1$**   
**=  $1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2 + 1 = 1011101$  (en base 2)**

Pour se familiariser avec la base 2, on peut utiliser les *cartes* ci-dessous.



Pour *traduire* un nombre (décimal) en binaire, on retourne certaines cartes, de sorte que la somme des points visibles vaut le nombre désiré. Une carte face visible correspond à un 1, une carte face cachée à un 0

Par exemple, **93** correspond à



Et se traduit donc par **1011101**

**Pour traduire un nombre (décimal)  $n$  en binaire, il suffit de  $\log_2(n)$  cartes.**



# RETOUR sur le TOUR de MAGIE

## Comment créer vos propres listes de mots ?

Refaisons le TOUR de MAGIE : prenons 32 mots et interprétons les comme des nombres (en binaire).

	collège	nuage	bougie	échelle	terrasse	piano	bus	magasin	wagon	disque
décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
binaire	00000	00001	00010	00011	00100	00101	00110	00111	01000	01001
	pluie	vacances	marron	vase	horloge	plante	statue	outil	pain	jeu
décimal	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
binaire	01010	01011	01100	01101	01110	01111	10000	10001	10010	10011
	arbre	chimie	lac	dauphin	tournevis	ballon	lettre	science	loisir	fleuve
décimal	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
binaire	10100	10101	10110	10111	11000	11001	11010	11011	11100	11101
	jaune	chien								
décimal	30	31								
binaire	11110	11111								

Pour écrire les nombres de 0 à 31 (en décimal), on utilise 5 chiffres binaires.  
Pour faire le tour avec 32 mots, on aura donc besoin de 5 listes.

Pour chacun des mots, il faut décider dans quelles listes il faut l'insérer.  
Cela est dicté par l'écriture binaire du nombre correspondant au mot.

### CONSTRUCTION DES LISTES

Prenons le mot « lac » (mot numéro 22 de la liste),  
en binaire, il s'agit du mot numéro 10110.

Pour insérer « lac » dans les listes, on lit les chiffres (de gauche à droite) :  
si le i<sup>me</sup> chiffre est un 1, on insère le mot dans la i<sup>me</sup> liste, sinon (si c'est un 0) on ne l'y met pas.  
Le mot « lac » se trouve donc dans la 1<sup>re</sup> liste, dans la 3<sup>me</sup> et la 4<sup>me</sup> (pas dans la 2<sup>me</sup> ni la 5<sup>me</sup>).

Liste 1	Liste 2	Liste 3	Liste 4	Liste 5
arbre ballon chien chimie dauphin fleuve jaune jeu lac lettre loisir outil pain science statue tournevis	ballon chien disque fleuve horloge jaune lettre loisir marron plante pluie science tournevis vacances vase wagon	arbre bus chien chimie dauphin fleuve horloge jaune lac loisir magasin marron piano plante terrasse vase	bougie bus chien dauphin échelle horloge jaune jeu lac lettre magasin pain plante pluie science vacances	ballon chien chimie dauphin disque échelle fleuve jeu magasin nuage outil plante piano science vacances vase

Donc, la 1<sup>re</sup> liste est celle des mots dont le numéro de la position commence (en binaire) par 1  
Ceux de la 2<sup>me</sup> liste sont les mots dont le 2<sup>me</sup> chiffre (binaire) de la position est un 1 ...

### DEVINER LES MOTS

Ainsi, si une personne choisie le mot « lac »,  
Elle répondra à vos questions : OUI, NON, OUI, OUI, NON

En binaire (OUI=1 et NON=0), cela se traduit immédiatement par 10110.  
C'est exactement (par construction) le numéro binaire correspondant à la position de « lac »  
dans la liste. Il ne reste « plus » qu'à traduire en décimal et retrouver le mot à la place n° 22

À VOUS DE JOUER !!